



LA PUISSANCE DE LA TRANSFORMATION :

une fonderie dans l'Ouest
canadien pour la souveraineté
et la sécurité énergétique

Bentley Allan | Phillip Mackey | Sosthène Ung

Juin 2026



La puissance de la transformation :

une fonderie dans l'Ouest canadien pour la souveraineté
et la sécurité énergétique

À propos des auteurs

Bentley Allan

Bentley Allan, PhD, est le vice-président, Économie du futur et l'un des principaux conseillers en matière de trajectoires de transition pour l'Accélérateur de transition. Il est professeur associé de sciences politiques à l'université Johns Hopkins. Il dirige les travaux de l'Accélérateur sur les minéraux critiques et les chaînes de valeur des batteries, notamment des rapports importants, tels que *Une feuille de route pour la chaîne de valeur des batteries au Canada* (2022), *Des électrons, des roches et des cerveaux* (2024), *Getting Prices Right* (2024), et *Catalyser la demande* (2025), et a contribué à *Des roches à l'énergie* et *Towards a Western Canadian Battery Value Chain*. M. Allan est un chercheur primé spécialisé en géopolitique, en stratégie industrielle, ainsi qu'en économie politique de la décarbonation, qui conseille les gouvernements et l'industrie et co-coordonne le Centre pour la politique industrielle afin de renforcer les capacités du Canada en matière de politique industrielle moderne et de collaboration stratégique.

Philip Mackey

Phillip Mackey, PhD, est un métallurgiste distingué dans le domaine de la métallurgie extractive des métaux non ferreux, ainsi qu'un membre du [Temple de la renommée du secteur minier canadien](#). Après avoir obtenu un baccalauréat ès sciences (B.Sc.) spécialisé et un doctorat de l'université de Nouvelle-Galles du Sud, il a rejoint la société Noranda, à Montréal, où il a participé à la mise au point du procédé Noranda dans les années 1970, soit le premier procédé de fusion continue du cuivre au monde; il a ensuite développé de façon conjointe le procédé de conversion Noranda. Ces technologies sont toujours utilisées dans la seule fonderie de cuivre encore en activité au Canada. Au cours de sa carrière, M. Mackey a également beaucoup contribué au traitement du nickel latéritique et à l'avancement de l'efficacité énergétique et des approches à faible émission de carbone dans la production de métaux. À titre d'ancien président de la Société de la métallurgie et des matériaux et de membre de l'ICM et de la TMS, il a reçu de nombreuses distinctions, notamment la médaille d'argent de l'ICM, la médaille Selwyn G. Blaylock, ainsi que d'autres prix importants en reconnaissance de ses contributions exceptionnelles à la métallurgie extractive.

Sosthène Ung

Sosthène Ung, PhD, est l'un des responsables de l'économie du futur à l'Accélérateur de transition; il se spécialise dans les minéraux critiques. Titulaire d'une maîtrise en chimie organique et d'un diplôme en génie chimique de Montpellier, en France, il a obtenu un doctorat en chimie verte de l'Université McGill en 2022. Son travail porte principalement sur le renforcement des chaînes de valeur des minéraux essentiels du Canada, y compris l'exploitation minière en amont, le traitement intermédiaire et la fabrication de matériaux stratégiques. Il est l'auteur de deux rapports importants, *Des roches à l'énergie* et *Towards a Western Canadian Battery Value Chain*, qui examinent les moyens de créer une capacité de traitement des minéraux intégrée, compétitive et résiliente au Canada. En 2025, il a corédigé des recommandations stratégiques et politiques sur la collaboration interprovinciale en matière de chaînes de valeur des minéraux critiques pour la Conférence des ministres de l'Énergie et des Mines du Canada (CMEM).

À propos de l'Accélérateur de transition

Notre objectif

La transition énergétique bouleverse les rapports de force à l'échelle mondiale. L'Accélérateur de transition est là pour aider le Canada à tirer son épingle du jeu — sur les plans **économique** et **géopolitique**.

Notre travail

L'Accélérateur de transition développe des projets, des partenariats et des stratégies qui ont pour objectif d'assurer la compétitivité du Canada dans un monde carboneutre. Nous tirons parti de l'évolution mondiale vers une croissance propre pour garantir des emplois permanents, une énergie abondante et des économies régionales fortes dans tout le pays.

Nous collaborons avec plus de 300 organisations partenaires pour élaborer des trajectoires menant à une économie prospère et sobre en carbone et pour éviter les impasses coûteuses en cours de route. En associant la réflexion au niveau des systèmes à une analyse terrain, nous rendons possible un avenir plus abordable, compétitif et résilient pour l'ensemble des Canadiennes et des Canadiens.

Notre approche unique

- › **Nous comprenons comment le système actuel fonctionne en théorie**, mais aussi en pratique, ce qui nous permet de repérer les obstacles à l'innovation et les possibilités d'évolution.
- › Nous réunissons des représentants de l'industrie, des syndicats, des gouvernements, des communautés autochtones et d'autres acteurs pour **définir des visions de la réussite** pour leurs secteurs, régions ou communautés.
- › Nous mobilisons nos partenaires pour **définir des trajectoires vers nos objectifs**, que nous analysons et affinons pour qu'elles demeurent crédibles, réalisables et persuasives.
- › Nous concrétisons les idées et **progressons sur ces trajectoires** en initiant des projets et des partenariats pour bâtir un avenir plus compétitif.

Pour plus d'information ou pour prévoir un entretien, veuillez nous contacter à

communications@transitionaccelerator.ca

Pour contrer la pression exercée par la Chine sur les tarifs mondiaux de traitement, le Canada doit mettre en place des instruments politiques efficaces qui garantissent une prévisibilité de la demande pour les activités de traitement.

1. SOMMAIRE EXÉCUTIF

Le Canada a besoin d'une fonderie de cuivre dans l'Ouest pour renforcer ses capacités dans le domaine des minéraux critiques, à l'heure où le pays cherche à exercer une influence géopolitique et à garantir son autonomie. La fusion et l'affinage du cuivre constituent un maillon clé des chaînes d'approvisionnement pour le réseau électrique, la défense et les véhicules électriques. Cependant, les fonderies occidentales sont confrontées à des obstacles économiques dus aux efforts que déploie la Chine pour contrôler la métallurgie intermédiaire, ce qui réduit les frais de traitement et d'affinage. La pression exercée sur les fonderies non chinoises risque de concentrer le traitement du cuivre et de menacer les chaînes d'approvisionnement de secteurs stratégiques.

Le Canada exporte actuellement des concentrés de cuivre de la Colombie-Britannique vers la Chine. Le traitement de ce minerai au pays permettrait de générer de la valeur ajoutée, de répondre à la demande mondiale croissante et d'assurer la résilience des chaînes d'approvisionnement pour de nombreux métaux autres que le cuivre. Une fonderie dans l'Ouest canadien peut regrouper sur un même site le traitement d'autres minéraux critiques importants de la région, tels que le nickel, les éléments de terres rares, le phosphate, ainsi que le recyclage des batteries. Une fonderie dans l'Ouest canadien représente donc à la fois un avantage industriel et un outil essentiel pour renforcer la résilience et l'indépendance dans un monde instable.



Ce rapport décrit la **possibilité, pour une fonderie de cuivre moderne de l'Ouest canadien** située dans un centre industriel stratégique tel qu'un port côtier de la Colombie-Britannique ou la région d'Edmonton, d'optimiser l'accès au stock d'alimentation national et international. Voici les caractéristiques clés des installations proposées :

- **une marge de manœuvre opérationnelle** : bien qu'on y traiterait principalement des concentrés de cuivre au cours de leurs premières années d'activité, les installations seraient conçues de manière à augmenter progressivement la quantité de ferraille traitée ;
- **une technologie sûre et éprouvée** : en adoptant des procédés et des opérations avancés comme ceux des fonderies européennes modernes, la fonderie intégrerait des systèmes de contrôle des émissions à haut rendement, capterait le dioxyde de soufre sous forme d'acide sulfurique commercialisable, et générerait en toute sécurité les résidus tels que l'arsenic et les scories ;
- **des synergies industrielles** : le projet pourrait servir de point d'ancrage à un pôle métallurgique, permettant le regroupement de traitements intermédiaires pour la lixiviation du nickel, la séparation des terres rares, la production d'acide phosphorique ou le recyclage des batteries.

Le grand public a tendance à percevoir les fonderies comme des installations polluantes. Grâce aux technologies couramment utilisées en Europe occidentale, une fonderie moderne peut faire l'objet de contrôles environnementaux complets, ce qui lui confère un risque environnemental comparable à celui d'autres installations industrielles et lui permet d'être située à une distance sécuritaire et raisonnable des zones urbaines. Par exemple, les installations de Harjavalta sont situées à seulement 30 km à l'est de Pori, en Finlande.

Le Canada doit agir de manière décisive. Pour contrer la pression exercée par la Chine sur les tarifs mondiaux de traitement, le Canada doit mettre en place des instruments politiques efficaces qui garantissent une prévisibilité de la demande pour les activités de traitement.

À la suite de l'accord conclu avec MP Materials aux États-Unis, le Canada a utilisé avec succès un **contrat sur différence** dans le cadre de l'accord avec Nouveau Monde Graphite. Cet accord d'enlèvement garantit un prix plancher tout en permettant au gouvernement de capter 50 % des gains si les prix dépassent le prix minimum, offrant ainsi une certaine prévisibilité sans subventions directes ni constitution de stocks.

Le contrat sur différence est le mécanisme adéquat pour garantir à la fois l'extraction et le traitement au Canada. Nous proposons un accord d'enlèvement similaire à celui de Nouveau Monde qui fixe à l'avance les frais de traitement et d'affinage (FT/FA) pour la fonderie de l'Ouest. Cela permettrait de combler le fossé entre les tarifs économiques de l'Ouest et les taux artificiellement bas proposés en Chine. En intégrant la fonderie dans les contrats d'enlèvement miniers, le Canada peut stabiliser les coûts de traitement pour les mines nationales et construire une chaîne d'approvisionnement résiliente pour le cuivre et les métaux essentiels à la défense.

TABLE DES MATIÈRES

1. Sommaire exécutif	iii
2. Les possibilités dans le secteur du cuivre à l'échelle nationale	1
3. La stratégie de traitement du cuivre	3
3.1 La pyrométallurgie par rapport à l'hydrométallurgie	3
3.2 Les limites de l'hydrométallurgie	4
3.3 Choisir une technologie de fusion	4
3.4 Recyclage de la ferraille	6
3.5 Emplacement d'une nouvelle fonderie	7
3.6 Affinage électrolytique	8
4. Énergie, flux de matériaux et stratégie en matière de sous-produits	10
4.1 Intrants/extrants et besoins énergétiques	10
4.2 Éléments mineurs indésirables	11
4.3 Sous-produit d'acide sulfurique	12
4.4 Développement d'un pôle de minéraux critiques autour d'une fonderie de cuivre	13
5. Recommandations en matière de tarification et de politique	14
5.1 Contrats en matière de concentrés de cuivre	14
5.2 Mécanismes politiques nécessaires	16
6. Conclusion	20
Bibliographie	22

Après la fermeture des sites de l'Ontario et du Manitoba, la fonderie Horne de Glencore, située au Québec, est devenue la dernière installation métallurgique dédiée au cuivre en activité au Canada.

2. LES POSSIBILITÉS DANS LE SECTEUR DU CUIVRE À L'ÉCHELLE NATIONALE

Le cuivre est un matériau fondamental pour l'électrification des systèmes énergétiques, des transports et de l'infrastructure numérique, de sorte que la capacité de traitement est de plus en plus étroitement liée à la sécurité énergétique.

Le traitement du cuivre a une longue histoire dans l'Ouest canadien, qui remonte aux fonderies du début du XXe siècle dans la région de Trail et dans le sud de la Colombie-Britannique. Au début des années 2000, le Canada menait trois opérations principales : celle de Kidd Creek (Ontario), celle de Flin Flon (Manitoba), et celle de Rouyn-Noranda (Québec). Après la fermeture des sites de l'Ontario et du Manitoba, la fonderie Horne de Glencore, située au Québec, est devenue la dernière installation métallurgique dédiée au cuivre en activité au Canada, de pair avec l'affinerie CCR de Montréal. Cependant, la fonderie Horne nécessite actuellement d'importantes mises à niveau pour répondre aux normes environnementales et opérationnelles des usines européennes.

En 2024, sept des plus grandes mines de métaux de la Colombie-Britannique ont produit environ **268 000 tonnes de cuivre** contenu dans des concentrés. Cette production dépasse les 180 000 tonnes annuelles nécessaires pour assurer la viabilité d'une fonderie locale. Ces opérations comprennent (**tableau 1**) :

- **les producteurs primaires de cuivre** : Copper Mountain, Highland Valley Copper et Gibraltar;
- **les mines de cuivre et d'or** : New Afton, Mount Polley, Mount Milligan et Red Chris.

Quelle que soit la composition du concentré de cuivre, une fonderie de cuivre associée à une raffinerie de cuivre capable d'affiner les métaux précieux permettrait de capter la majeure partie de la valeur minérale actuellement extraite en Colombie-Britannique. Actuellement, la plupart des concentrés de cuivre sont envoyés dans des fonderies en Asie.

Tableau 1 Production de cuivre en 2024 en C.-B.

MINE ^a	EXPLOITANT	PRODUIT	QUANTITÉ DE CU CONTENU DANS LE CONCENTRÉ (T) ^b EN 2024
Copper Mountain	Hudbay Minerals Inc.	Concentré de cuivre	26 406
New Afton	New Gold Inc.	Concentré de cuivre	24 494
Highland Valley	Teck Resources Ltd	Concentré de cuivre, concentré de molybdène	102 400
Mount Polley	Imperial Metals Corp.	Concentré de cuivre	16 193
Gibraltar ^c	Taseko Mines Ltd	Concentré de cuivre, concentré de molybdène, cathode de cuivre	48 080
Mount Milligan	Centerra Gold Inc.	Concentré de cuivre	24 494
Red Chris	Newmont Corp./ Imperial Metals Corp.	Concentré de cuivre	26 308
Brucejack	Newmont Corporation	Doré, concentré d'or et d'argent	/
Production totale de Cu dans des concentrés (t) en C.-B. en 2024			268 375
<p>^aLes mines d'or Blackwater EP2 ou Mustang n'ont pas été incluses, car elles ont commencé leur production en 2025. Seules les mines de métaux de base et de métaux précieux ont été prises en compte; les minéraux industriels, les mines de charbon et les carrières n'ont pas été inclus.</p> <p>^bDonnées recueillies à partir de divers documents corporatifs de 2025, de résultats de production et de déclarations annuelles. Les données ont été converties en tonnes.</p> <p>^cGibraltar produit également une petite quantité de cathodes de cuivre à partir d'oxyde de cuivre dans son usine d'extraction par solvant et électrodéposition. Cela n'a pas été pris en compte.</p>			

En outre, parmi les 29 projets avancés d'extraction de minerai métallique qui ont été analysés pour la Colombie-Britannique et le Yukon, 18 produiraient des concentrés de cuivre avec des crédits variés en or et en argent, ce qui pourrait constituer une solution future possible pour alimenter une fonderie de cuivre. Neuf de ces 18 projets sont déjà au stade de la préfaisabilité ou de l'étude de faisabilité.

En s'inspirant des usines européennes à haut rendement, une nouvelle fonderie atteindrait une productivité supérieure tout en respectant des normes environnementales strictes.



3. LA STRATÉGIE DE TRAITEMENT DU CUIVRE

3.1 La pyroméallurgie par rapport à l'hydroméallurgie

Une usine métallurgique canadienne moderne devrait utiliser la **voie pyroméallurgique** (la fusion). Contrairement aux usines hydroméallurgiques, qui nécessitent des procédés adaptés à la minéralogie spécifique d'une mine, une fonderie peut traiter de manière flexible les divers stocks d'alimentation provenant de différentes sources.

Cette flexibilité permet de réaliser les économies d'échelle essentielles à la viabilité, estimées à une production de cuivre de **180 à 250 kilotonnes** par an. En s'inspirant des usines européennes à haut rendement, une nouvelle fonderie atteindrait une productivité supérieure tout en respectant des normes environnementales strictes. Voir, par exemple :

- la fonderie Aurubis à Hambourg, en Allemagne (**figure 1**) ;
- le complexe métallurgique d'Atlantic Copper situé à Huelva, en Espagne ;
- la fonderie Boliden à Harjavalta, en Finlande (**figure 2**) ;
- la fonderie Boliden à Rönnskär, en Suède.



Figure 1 Vue Google Earth de la fonderie et affinerie de cuivre Aurubis en Allemagne, avec la ville de Hambourg en arrière-plan (1,9 million d'habitants)



Figure 2 Fonderie et affinerie de cuivre et de nickel située à Harjavalta en Finlande, à 30 km à l'est de Pori (83 000 habitants)

3.2 Les limites de l'hydrométallurgie

Alors que les minerais d'oxyde de cuivre (20 % de la production mondiale) sont faciles à traiter par lixiviation sur le site d'une mine, comme dans le cas du projet Florence de Taseko ou pour une partie marginale de la production de la mine Gibraltar, cette méthode est rarement viable pour les gisements de sulfure de cuivre qui sont prédominants en Colombie-Britannique et au Yukon.

Les procédés hydrométallurgiques pour les sulfures sont généralement limités par des exigences spécifiques à des minéraux, ce qui nécessite un procédé adapté à la composition d'une mine en particulier. Sur le plan économique, ce manque de flexibilité rend ces procédés moins viables que la fusion. Malgré le brevetage de plusieurs technologies, comme le procédé CESL de Teck, il n'existe qu'une seule usine commerciale de lixiviation des sulfures : l'installation de Bagdad en Arizona, développée dans les années 2000 par Phelps Dodge et aujourd'hui exploitée par Freeport-McMoran. Toutefois, cette usine a connu plusieurs fermetures et reste limitée au traitement de matières premières provenant d'une seule source.

3.3 Choisir une technologie de fusion

Pour garantir l'efficacité et la flexibilité en matière de stock d'alimentation, en particulier pour le recyclage de la ferraille de cuivre, le choix des fours et des convertisseurs est essentiel. La plupart des procédés ne permettent l'ajout de ferraille qu'à des stades ultérieurs, comme avec les convertisseurs ou les fours à anodes. Même si l'ajout de ferraille au cours des premières étapes des procédés métallurgiques est plus difficile, un convertisseur Peirce-Smith conventionnel permet généralement un taux de recyclage plus élevé que d'autres types de convertisseurs.

Les technologies de fusion du cuivre indiquées ci-dessous sont classées en fonction de leur probabilité de mise en œuvre dans l'Ouest canadien.

- **Four flash + convertisseur conventionnel** : C'est la méthode qui permettrait de charger la plus grande quantité de ferraille de cuivre dans le convertisseur. Un tel convertisseur présente une grande polyvalence à l'égard du stock d'alimentation, mais fonctionne par cycles de lots discontinus.
- **Four flash + convertisseur flash** : Puisque les convertisseurs flash nécessitent des particules fines comme matière première, cette technologie est incompatible avec l'utilisation de ferraille de cuivre. Cependant, un convertisseur flash peut fonctionner en continu et est très efficace en termes d'énergie et de gaz, mais il est plus sensible au stock d'alimentation.
- **ISAsmelt, Sirosmelt ou Ausmelt + convertisseur ordinaire** : Cette technologie, également connue sous le nom de « fusion par lance submergée par le haut », a été initialement mise au point par le CSIRO (un organisme de recherche du gouvernement australien) sous le nom de Sirosmelt, puis concédée sous licence à Glencore sous le nom d'ISAsmelt ou à Outotec sous le nom d'Ausmelt. Il s'agit d'une famille de technologies qui permettent d'obtenir un bon rendement par dollar d'investissement et qui convient à l'utilisation d'une certaine quantité de ferraille de cuivre.
- **Four électrique** : Historiquement, la fusion électrique était une option moins efficace sur le plan énergétique que les fours à réverbère et les hauts fourneaux. Un exemple classique du début du XXe siècle est la fonderie d'Imatra en Finlande, tandis que la fonderie de Miami en Arizona a également intégré des fours électriques. La viabilité aux deux emplacements dépendait de la proximité d'une centrale hydroélectrique ou d'une source d'énergie abondante. Lorsqu'elles ne disposent pas de cette électricité bon marché, les usines modernes préfèrent utiliser de l'oxygène en grande masse, ainsi que la valeur combustible des concentrés de sulfure, des options qui offrent un rendement nettement plus élevé.




3.4 Recyclage de la ferraille

Au-delà du choix du procédé et de la circularité, la fusion de la ferraille de cuivre n'est intéressante que si la distance de transport est viable sur le plan économique. Il faut donc de la ferraille collectée à l'échelle nationale ou locale. De plus, la ferraille est moins directement exposée au mécanisme et aux fluctuations des FT/FA, ce qui peut apporter une plus grande flexibilité aux modèles économiques et de tarification des fonderies.

Cependant, une nouvelle fonderie au Canada serait confrontée à une forte concurrence pour cette ferraille de la part de fonderies américaines établies, y compris les fonderies primaires américaines et les fonderies secondaires de conception particulière, telles que la fonderie de recyclage Aurubis récemment ouverte en Géorgie (tableau 2). Selon les données de 2026 de l'Institut d'études géologiques des États-Unis, il y a aux États-Unis deux fonderies de cuivre primaires, deux fonderies secondaires, deux affineries électrolytiques primaires, 14 affineries d'extraction par électrodéposition, ainsi que quatre affineries secondaires.

Tableau 2 Nouvelle usine américaine de traitement de la ferraille de cuivre (fonderie secondaire), mise en service en 2025

	OBJET	DONNÉES
	Localisation	Géorgie, États-Unis
	Capacité	80 kilotonnes de Cu par an (phase 1 et phase 2)
	Matières premières	Cuivre et déchets électroniques
	Technologie	Technologie moderne
	Quantité de matières premières	~ 200 000 tonnes/an
	Commentaires	Nouvelle usine de cuivre et de déchets électroniques aux États-Unis exploitée par Aurubis



Par conséquent, une fonderie dans l'Ouest canadien commencerait probablement avec de la ferraille représentant seulement 5 % du total de son stock d'alimentation, par rapport aux 14 % traités actuellement à la fonderie Horne. Toutefois, le choix d'une technologie permettant de traiter une plus grande quantité de ferraille offrirait une flexibilité précieuse à long terme à mesure que les conditions du marché évoluent.

3.5 Emplacement d'une nouvelle fonderie

Les concentrés provenant de la Colombie-Britannique et du Yukon devraient constituer le stock d'alimentation principal, mais la flexibilité du transport est vitale. Un emplacement à proximité d'un **port côtier** faciliterait l'importation de concentrés provenant de l'étranger, l'arrivée de concentrés expédiés depuis le Yukon, ainsi que l'exportation de produits et de sous-produits, ce qui fait de la côte de la C.-B. l'endroit le plus prometteur.

Alors que **Kitimat** et **Prince Rupert** offrent une infrastructure industrielle établie et une capacité portuaire, le **port de Stewart** constitue une autre option envisageable, mais moins probable en raison de la disponibilité limitée de terrains et de chenaux de navigation étroits. Un emplacement côtier permet une exploitation plus polyvalente et des coûts logistiques moins élevés.

Une fonderie côtière offre un accès stratégique aux **concentrés sud-américains**, en particulier ceux en provenance du Chili et du Pérou (respectivement premier et troisième producteurs mondiaux). Ces pays produisent un excédent de concentrés qui dépasse leur capacité de fusion locale.

Cela crée également une possibilité d'échanges réciproques : la C.-B. pourrait exporter son sous-produit d'**acide sulfurique** au Chili pour fins d'utilisation dans la lixiviation de l'oxyde de cuivre. Actuellement, [le Chili dépend fortement des importations en provenance de Chine](#) ; ce flux commercial est si important qu'il représente près de la moitié des exportations totales d'acide sulfurique de la Chine. La récente guerre en Iran a incité la Chine à réduire ses exportations d'acide, faisant de la diversification de l'approvisionnement en acide un nouvel impératif géopolitique.

Il est peu probable que les **concentrés américains** soient exportés en raison de leur réseau national intégré, tandis que les approvisionnements australiens et indonésiens sont généralement absorbés par les fonderies d'Asie du Sud-Est.

En revanche, les **fonderies situées à l'intérieur** des terres sont intrinsèquement plus vulnérables ; le fait de dépendre d'un stock d'alimentation local peut entraîner une perte de compétitivité si les mines voisines viennent à fermer, comme on l'a vu avec les fonderies de Kidd Creek, de Flin Flon et de Thompson. Bien que la fonderie Horne, située à l'intérieur des terres, ait maintenu ses activités en diversifiant sa technologie et son stock d'alimentation, elle nécessite encore d'importantes améliorations.

Si une implantation sur la côte de la C.-B. n'est pas possible, la **région d'Edmonton** constitue une autre option intéressante à l'intérieur des terres. Le secteur industriel de l'Alberta dispose d'une infrastructure robuste, d'un bon niveau d'acceptabilité sociale et d'un accès fiable au gaz naturel.

La capacité de production d'oxygène bien établie de la région, soutenue par des fournisseurs reconnus, tels qu'Air Liquide et Linde, constitue un avantage non négligeable. Alors qu'une nouvelle fonderie nécessiterait sa propre unité de séparation de l'air, les actifs existants et la main-d'œuvre qualifiée témoignent de la capacité technique de la région. En outre, le regroupement avec des exploitations existantes, telles que l'usine de nickel Sherritt et les installations prévues de Fortune Minerals (cuivre, bismuth, or et cobalt), permettrait de créer un pôle métallurgique dynamique et attractif pour la main-d'œuvre qualifiée. Cependant, Edmonton doit encore faire face à des obstacles d'ordre structurel.

- **Obstacles en matière de logistique :** Maintenir de faibles coûts de transport pour le stock d'alimentation et les produits à destination et en provenance des ports de la C.-B.
- **Obstacles en matière de durabilité :** remédier au problème du réseau à forte intensité en carbone de l'Alberta, car une empreinte carbone élevée pourrait dissuader les investisseurs soucieux des facteurs ESG.

Par ailleurs, la région de **Trail**, en **Colombie-Britannique**, constitue une option envisageable, étant donné qu'elle abrite la fonderie de zinc et de plomb Teck et se trouve à proximité de barrages hydroélectriques. Toutefois, il pourrait s'avérer difficile de trouver des terrains appropriés et de mettre à jour les infrastructures de transport.

Tout comme l'option d'Edmonton, l'emplacement de Trail à l'intérieur des terres rend le transport de concentrés et de cathodes de cuivre finies vers le port de Vancouver plus difficile et plus coûteux que dans le cas d'une exploitation côtière ayant un accès direct à la mer, mais la région bénéficie d'une plus grande proximité avec la côte.

3.6 Affinage électrolytique

L'affinage électrolytique peut avoir lieu **sur place** ou dans des **installations distinctes**. Alors que la fonderie Horne et l'affinerie CCR de Montréal au Canada sont géographiquement séparées pour des raisons historiques, les quatre usines européennes modernes mentionnées plus haut regroupent généralement une fonderie et une affinerie au même endroit.

Comme l'affinage du cuivre est très énergivore, le coût et la disponibilité de l'électricité revêtent une importance capitale pour une affinerie de cuivre. Grâce à la capacité de son réseau hydroélectrique, la Colombie-Britannique disposerait d'un avantage évident sur l'Alberta pour la construction d'une affinerie de cuivre. Alors que l'Alberta pourrait accueillir une simple fonderie, la Colombie-Britannique est mieux placée pour l'implantation d'un complexe intégré comprenant une fonderie et une affinerie.

Au-delà du cuivre, l'intégration d'une affinerie génère une valeur ajoutée importante en transformant des sous-produits miniers en :

- **Métaux précieux** : Or et argent (sous forme de doré) et métaux du groupe du platine.
- **Minéraux critiques** : Tellure et sélénium.

Étant donné que de nombreuses mines en activité ou en projet dans la région produisent des concentrés de cuivre contenant des crédits de métaux précieux, la récupération de ces matériaux à l'échelle locale permettrait de maximiser la valeur économique des minerais de l'Ouest canadien et pourrait stimuler le développement de nouvelles industries en aval.





L'offre mondiale d'acide sulfurique dépend fortement de la désulfuration du mazout et du gaz et devrait diminuer à mesure que le monde se décarbonera. L'acide produit par les fonderies de cuivre pourrait devenir de plus en plus un atout stratégique en faveur de la résilience industrielle.



4. ÉNERGIE, FLUX DE MATÉRIAUX ET STRATÉGIE EN MATIÈRE DE SOUS-PRODUITS

4.1 Intrants/extrants et besoins énergétiques

Si l'on se concentre strictement sur les étapes de fusion et de conversion, sans tenir compte de l'affinage, le procédé nécessite du concentré de cuivre, du fondant, de l'électricité, ainsi qu'une petite quantité de combustibles fossiles (généralement du gaz naturel). Les principaux produits sont des anodes de cuivre, de l'acide sulfurique, des scories et des émissions de GES.

Une [publication de 2010 par Pascal Coursol et Philip Mackey](#) présente en détail la consommation d'énergie de quatre principaux types de fonderies de cuivre. En moyenne, **environ 75 % des besoins énergétiques d'une fonderie sont d'origine électrique** ; les 25 % restants sont couverts par des combustibles fossiles. La majorité de cette électricité est utilisée pour alimenter la production d'oxygène (par l'intermédiaire d'unités de séparation de l'air) et les usines d'acide sulfurique. En outre, certains procédés nécessitent une énergie importante pour le soufflage d'air à haute pression.



Tableau 3 Comparaison de l'énergie nécessaire par tonne d'anode de cuivre produite selon les quatre principales technologies de fusion du cuivre

ÉNERGIE NÉCESSAIRE PAR TONNE D'ANODE DE CUIVRE PRODUITE				
TECHNOLOGIE DE FUSION	Énergie électrique (en kWh)	Énergie électrique ^a (convertie en MJ)	Énergie fossile (MJ)	Énergie totale (MJ)
Four à fusion flash + convertisseur flash	979	9 266	1 518	10 784
ISAsmelt + convertisseur PS	729	6 903	4 175	11 078
Procédé de fusion et de conversion en continu de Mitsubishi	898	8 508	2 498	11 006
Noranda/El Teniente + convertisseur PS	1 065	10 088	2 658	12 746
^a Énergie électrique calculée sur la base de la production dans une centrale électrique à combustible avec un rendement de conversion de 38.				

Le rôle des combustibles fossiles est principalement de fournir de la chaleur supplémentaire à l'usine. La majorité de la chaleur est générée par l'oxydation autogène du soufre contenu dans le concentré. Cependant, certaines étapes finales du procédé, comme celles réalisées dans le four à anodes, requièrent des quantités relativement faibles de gaz naturel comme source de chaleur d'appoint.

Une [publication de 2021](#) compare également les performances environnementales en effectuant une évaluation du cycle de vie de plusieurs technologies modernes de fusion du cuivre. Toutes ces technologies modernes obtiennent des résultats très comparables.

4.2 Éléments mineurs indésirables

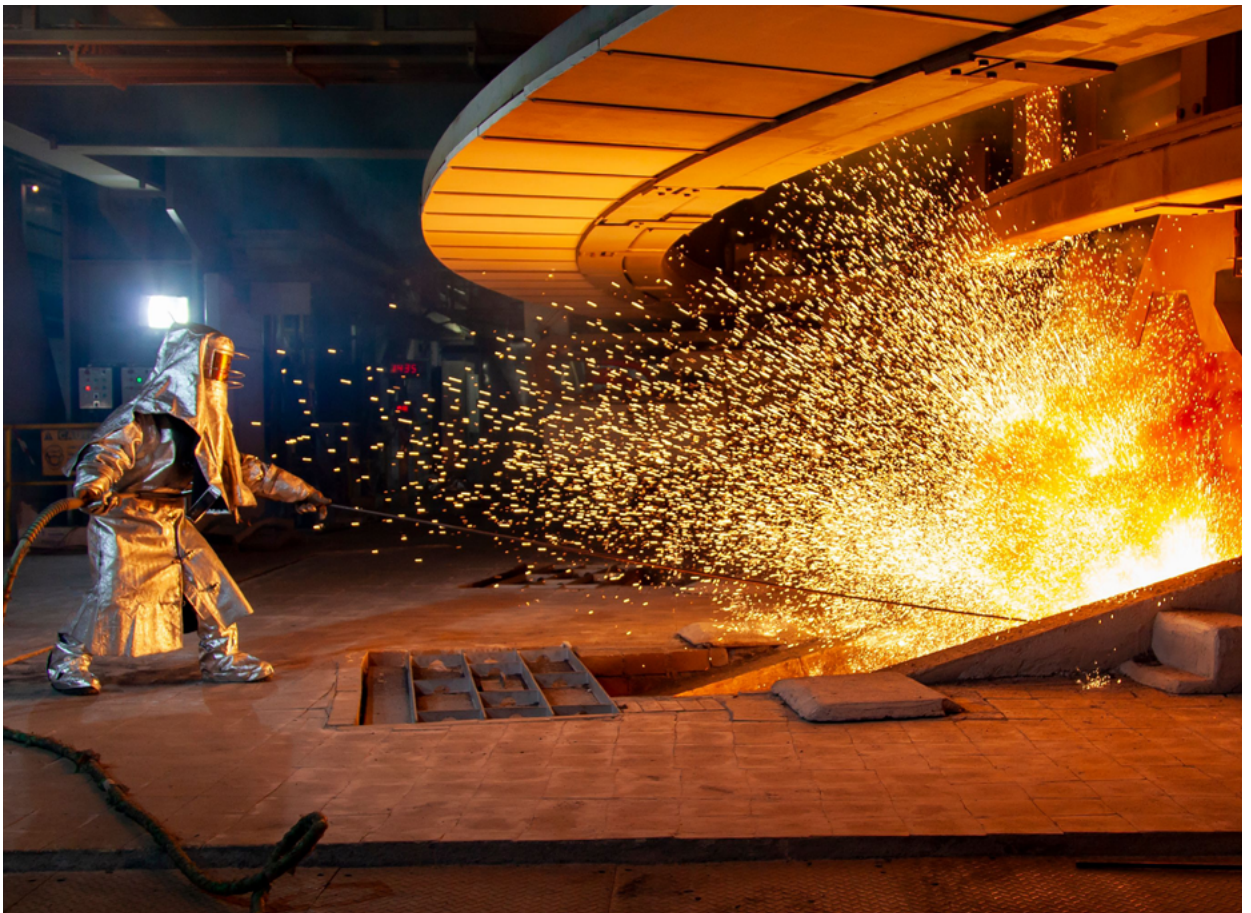
Les concentrés de cuivre peuvent contenir une série d'éléments mineurs indésirables, tels que l'arsenic et le bismuth ; l'élément lui-même et sa quantité proportionnelle peuvent varier d'une mine à l'autre. Les fonderies modernes captent, stabilisent et manipulent en toute sécurité ces éléments grâce à une technologie de pointe. Par exemple, Dundee Technologies, située à Thetford Mines, au Québec, a mis au point la technologie [GlassLock](#) pour vitrifier et stabiliser l'arsenic. Les fonderies de cuivre européennes modernes ont des émissions extrêmement faibles, voire négligeables.

4.3 Sous-produit d'acide sulfurique

Le dioxyde de soufre émis lors de la fusion est capté avec une efficacité de plus de 99,95 % et converti en acide sulfurique. Ce sous-produit est ensuite commercialisé sur plusieurs marchés industriels clés, dont :

- **l'engrais** : le marché principal, en particulier pour la production de sulfate d'ammonium ;
- **les pâtes et papiers** : largement utilisé à des fins de traitement dans des usines de pâte à papier ;
- **l'acier** : nécessaire pour les opérations de « décapage » visant à éliminer les impuretés des surfaces en acier.


L'offre mondiale d'acide sulfurique dépend fortement de la désulfuration du mazout et du gaz et devrait diminuer à mesure que le monde se décarbonera. L'instabilité géopolitique récente, en particulier le conflit en Iran et le blocage du détroit d'Ormuz, a perturbé les expéditions en provenance du golfe Persique. Associés aux [contrôles des exportations chinoises](#) qui en résultent, ces événements soulignent la nécessité urgente de diversifier l'approvisionnement au-delà de l'Asie occidentale et de la Chine. Par conséquent, l'acide produit par les fonderies de cuivre pourrait devenir de plus en plus un atout stratégique en faveur de la résilience industrielle.



4.4 Développement d'un pôle de minéraux critiques autour d'une fonderie de cuivre

Outre ces applications industrielles courantes, la production d'acide sulfurique d'une fonderie de cuivre dans l'Ouest pourrait servir de point d'ancrage à **un pôle de traitement des minéraux critiques**, favorisant l'essor de plusieurs industries dérivées, dont :

- **le sulfure de nickel** : une usine hydrométallurgique de lixiviation sous pression (similaire aux installations de Vale à Long Harbour) pourrait traiter des concentrés provenant de sources régionales telles que le projet Turnagain dans le nord de la Colombie-Britannique ;
- **l'awaruite de nickel** : les concentrés de la région de Decar (par exemple, le projet Baptiste) peuvent être lixiviés pour produire du sulfate de nickel, un précurseur essentiel pour les matériaux des cathodes de batteries ;
- **la séparation des éléments de terres rares** : les concentrés de terres rares, comme ceux provenant du gisement de Wicheeda en Colombie-Britannique, nécessitent de l'acide sulfurique pour un traitement efficace et la séparation de leurs éléments ;
- **les phosphates** : les gisements sédimentaires de la région de Fernie pourraient être transformés en acide phosphorique grâce au « procédé humide », qui fait largement appel à l'acide sulfurique ;
- **le recyclage de batteries** : le traitement hydrométallurgique de la masse noire (résidus de batteries déchiquetées) utilise de l'acide sulfurique pour extraire le graphite et les métaux de grande valeur. L'implantation conjointe d'une usine de recyclage et d'une fonderie permettrait de créer un écosystème en circuit fermé pour les matériaux de batteries.



Le Canada a créé un instrument axé sur la demande qui réduit les risques liés à l'investissement privé dans les minéraux critiques sans qu'il soit nécessaire de procéder à la nationalisation de ces ressources.

5. RECOMMANDATIONS EN MATIÈRE DE TARIFICATION ET DE POLITIQUE

5.1 Contrats en matière de concentrés de cuivre

Les **contrats en matière de concentrés** de cuivre sont établis entre le producteur minier et la fonderie ou l'affinerie. Ces ententes commencent généralement par le calcul du total des métaux payables et des pourcentages de cuivre, d'or et d'argent contenus (au-dessus de seuils minimums) pour lesquels la fonderie s'engage à payer.

L'évaluation est basée sur des indices majeurs tels que le **LME** et le **COMEX**. Par ailleurs, dans certains cas, le fondeur renvoie les quantités convenues de métaux affinés comptabilisables plutôt que d'effectuer un paiement en espèces.

Pour le cuivre, selon les cas, le paiement correspond généralement à 96,5 à 96,75 % de la teneur en métal. Les producteurs miniers reçoivent également des « crédits » versés pour les métaux précieux tels que l'or et l'argent, à condition qu'ils dépassent les seuils minimaux négociés. Inversement, des pénalités sont appliquées et déduites si des éléments indésirables comme l'arsenic ou le bismuth sont présents à certains niveaux.



Pour couvrir les coûts de traitement, le fondeur déduit les **frais de traitement** (FT) et les **frais d'affinage** (FA) de la valeur totale à payer (**figure 3**) :

- **Indices de référence pour les FT/FA** : ces conditions commerciales sont généralement négociées chaque année.
- **Taux au comptant** : ces taux sont plus volatils et sont négociés périodiquement en fonction des fluctuations actuelles du marché.

L'ensemble de ces déductions représente les frais négociés sur le marché pour la transformation de concentré brut en métal affiné d'un haut degré de pureté.

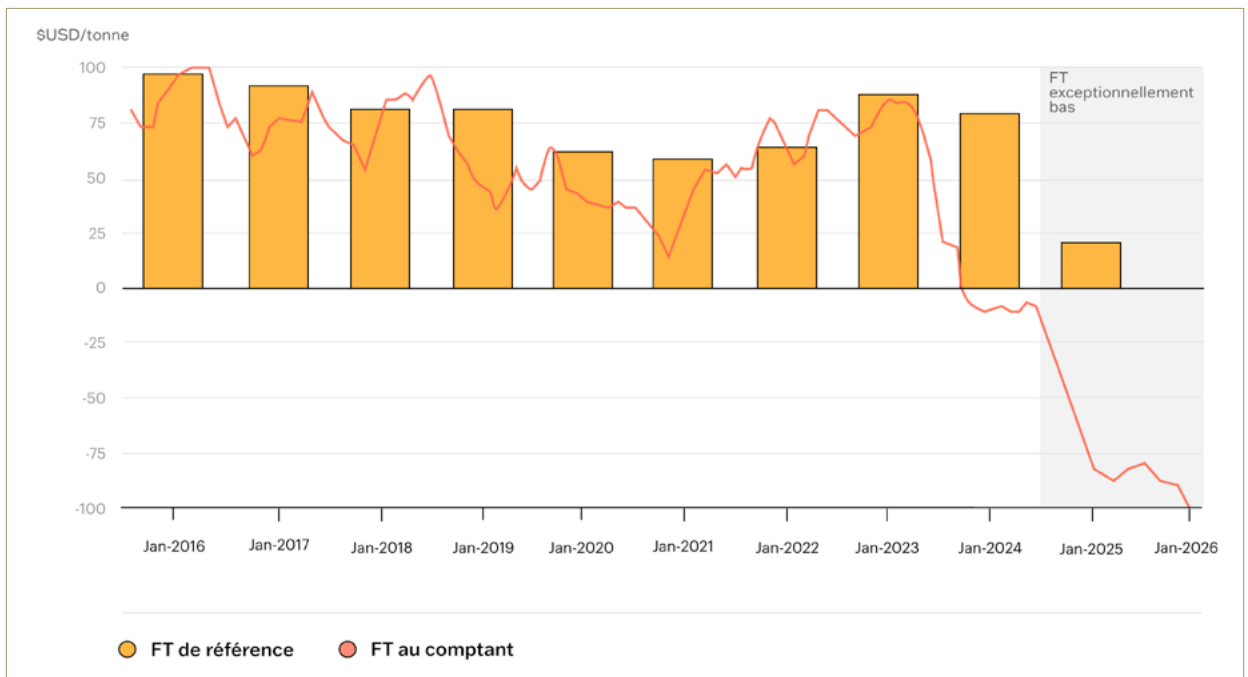


Figure 3 Évolution de l'indice de référence et du taux au comptant pour les FT du cuivre de 2016 à 2026.
Source: [IEA](#).

La valeur finale de la facture correspond au total des métaux payables moins ces déductions. Séparément, le coût de la livraison peut être couvert par la mine ou la fonderie, en fonction des conditions du contrat, mais les frais de transport et l'assurance sont généralement payés par l'expéditeur.

Une fois affiné, le cuivre est vendu au prix indexé du LME (généralement la moyenne mensuelle) plus une prime régionale reflétant les conditions du marché local et la logistique.

La forte concentration de capacités de fusion en Asie, et particulièrement en Chine, a fait baisser les frais de traitement et les frais d'affinage (FT/FA) à des niveaux historiquement bas. [Un large consensus](#) s'accorde à penser que ces frais peu élevés se maintiendront à moyen terme, ce qui renforce l'importance d'outils politiques permettant de stabiliser l'exposition aux FT/FA pour les projets non chinois. Cette

situation, malgré des prix du cuivre qui atteignent des sommets historiques, a rendu de nombreux **projets de fonderies dans l'Ouest canadien difficilement justifiables sur le plan économique.**

En ce qui concerne les prix du cuivre, il faudrait encore qu'ils augmentent, car une [nouvelle étude de 2026](#) de l'Université du Michigan indique que le « prix du cuivre doit au moins doubler pour inciter les sociétés minières à exploiter de nouvelles mines ». Dans ce contexte, garantir un prix du cuivre et des FT/FA stables constituerait un outil politique nécessaire et précieux.

5.2 Mécanismes politiques nécessaires

L'accord d'enlèvement conclu par le gouvernement du Canada avec Nouveau Monde Graphite fonctionne comme un **contrat sur différence** : Ottawa s'engage à acheter 15 000 tonnes de graphite par an à un prix plancher fixe d'environ 1 500 \$ US/tonne, garantissant ainsi à NMG la certitude nécessaire en matière de revenus afin de débloquer du financement pour des projets. Plutôt que de se constituer lui-même un stock avec les matériaux, le gouvernement travaillera avec NMG pour commercialiser le volume auprès de pays alliés et d'acheteurs stratégiques, tout en percevant 50 % des bénéfices dépassant le prix plancher garanti. Il s'agit d'une innovation importante en ce qui a trait à l'application de politiques : en recourant à une garantie de prix plutôt qu'à une subvention directe, le Canada a créé un instrument axé sur la demande qui réduit les risques liés à l'investissement privé dans les minéraux critiques sans qu'il soit nécessaire de procéder à la nationalisation de ces ressources.

L'[AIE](#) suggère que la concentration et la surcapacité du marché rendent les indices de référence traditionnels pour les FT/FA de plus en plus obsolètes, notant une évolution vers des accords sur mesure tels que les contrats de prépaiement et la tarification liée aux coûts. Notre proposition d'un accord d'enlèvement lié aux FT/FA du Canada ou d'un contrat sur différence pour les FT/FA positionnerait la capacité de traitement de l'Ouest canadien au sein de cette nouvelle réalité contractuelle tout en favorisant explicitement la diversification et la résilience.

Tableau 4 Variables simplifiées pour un contrat sur différence

À PARTIR DE DONNÉES PROPRES À UN PROJET MINIER	
Marché spécifique : Ressource et chaîne de valeur	
P_{march}	Prix des ressources sur le marché en dollars américains
V_{annuel}	Volume annuel (tonne/an)
Variables à ajuster pour un contrat sur différence	
P_{pg}	Prix plancher garanti en dollars américains
T	Durée du contrat (années)
U_{gouv}	Gains potentiels pour le gouvernement (%)
Ressources ou revenus du gouvernement = $(P_{\text{pg}} - P_{\text{march}}) \cdot V_{\text{annuel}} \cdot T \cdot U_{\text{gouv}}$	

La façon dont les contrats sur différence sont conçus comporte des compromis dont le gouvernement devrait tenir compte. En principe, les entreprises recherchent une assurance pure : un prix plancher garanti élevé, sans obligation de partager les revenus générés au-delà de ce seuil. Le gouvernement souhaiterait offrir un prix plancher garanti peu élevé tout en récupérant l'ensemble des gains potentiels. Entre ces deux extrêmes, il existe diverses formules où le degré de proximité du prix plancher garanti avec le prix moyen des cinq dernières années est déterminé en contrepartie d'un partage des gains potentiels. L'accord avec Nouveau Monde établit un bon équilibre : un partage 50/50 au-dessus du prix plancher garanti, et un prix plancher garanti solide, proche de la moyenne sur cinq ans. C'est ce que le gouvernement devrait viser, tout en tenant compte des aspects économiques propres au projet dont il est question. En d'autres termes, le gouvernement devrait être disposé à proposer un prix plancher garanti élevé dans les cas où cela est nécessaire pour qu'un projet soit viable, et où le gouvernement est convaincu que le prix à long terme est susceptible d'augmenter.

Dans de tels cas, un prix plancher garanti élevé, assorti d'une part pour le gouvernement encore plus importante et au-delà de ce prix, serait de mise. Dans le cas du cuivre, par exemple, un prix plancher garanti élevé de 13 000 \$ pourrait être justifié si le gouvernement détenait 75 % des gains potentiels, soit plus que le prix plancher garanti. Cette proposition permet également de tester la détermination de l'entreprise : si elle la rejette, c'est qu'elle est convaincue que le prix augmentera aussi, auquel cas un prix plancher garanti plus faible pourrait être proposé. Cette dynamique jouera un rôle central lors des négociations.

Il est préférable de regrouper les contrats dans un portefeuille couvert. Un portefeuille couvert est moins risqué qu'un contrat unique, car, toutes choses égales par ailleurs, la volatilité du prix d'un métal est supérieure à celle de deux métaux ou plus. Plus il y a de contrats, plus le risque global du portefeuille est faible.

Beaucoup de choses dépendent de la manière dont on évalue les ressources en capital du gouvernement au sein d'un contrat. Si le gouvernement doit comptabiliser la valeur totale du contrat (dans le pire des cas, lorsque le prix d'une ressource est nul pendant toute la durée de vie du contrat), la gestion d'un ensemble de mécanismes des prix sera coûteuse, mais toujours possible. Si le gouvernement ne doit comptabiliser que la juste valeur marchande du contrat, sa part de capital correspondra simplement à l'écart actuel entre le prix plancher garanti et le prix du marché. Même avec une marge d'incertitude de 20 %, le coût d'un grand contrat de cuivre serait plafonné à 1 ou 2 G\$.

En ce qui concerne les fonderies de cuivre, l'instrument proposé est simple : un accord d'enlèvement similaire à celui de Nouveau Monde pour une mine qui spécifie à l'avance les frais de traitement et d'affinage liés à la fonderie de l'Ouest.

L'accord d'enlèvement pourrait également définir des frais de traitement et des mécanismes de tarification applicables aux métaux secondaires qui, à eux seuls, ne seraient pas nécessairement viables sur le plan économique, permettant ainsi au Canada de renforcer sa capacité nationale de traitement des métaux stratégiques pour la défense, récupérés lors de la fusion et de l'affinage du cuivre. Cela pourrait se faire en intégrant formellement la nouvelle fonderie dans de multiples accords d'enlèvement liés au secteur minier.

Une autre option consisterait à établir un contrat sur différence qui s'appliquerait spécifiquement aux frais de traitement et d'affinage et qui serait limité aux minéraux extraits de mines canadiennes. Un tel mécanisme permettrait de combler l'écart entre des frais nationaux économiquement viables et [un contexte mondial de baisse des frais](#), induit par la surcapacité chinoise, où les FT/FA au comptant sont négatifs depuis 2024, et où le prix de référence annuel de 2026 s'est établi à 0 \$ US/tonne.

Tableau 5 Outils et mesures qui pourraient être utilisés pour soutenir une nouvelle fonderie de cuivre nationale

ENSEMBLE D'OUTILS ET DE MESURES POUR UNE FONDERIE DE CUIVRE DANS L'OUEST	
Outil	Effet
Accord d'enlèvement	Garantit des revenus à long terme pour la mine et la fonderie, ce qui facilite la prise de décisions en matière d'investissement.
Contrat sur différence sur le cuivre	Stabilise l'exposition au prix du cuivre, ce qui améliore la viabilité financière et économique du projet.
Portefeuille de contrats sur différence	Diversifie et gère l'exposition au risque budgétaire pour le gouvernement dans le cadre de plusieurs projets ou pour plusieurs ressources.
Options de marketing	Permet aux acheteurs du secteur privé ou aux acheteurs stratégiques d'acheter du cuivre affiné à des prix supérieurs à un seuil prédéfini.
Spécifier les FT/FA et lier la mine à la nouvelle fonderie dans l'accord	Aligner la production minière nationale sur la capacité de la nouvelle fonderie et sur ses besoins en matière de stock d'alimentation, en renforçant le traitement local à valeur ajoutée.
Spécifier les FT/FA pour les sous-produits métalliques	Encourage la récupération et l'affinage à l'échelle nationale de métaux secondaires stratégiques issus de la fusion et de l'électroaffinage du cuivre.
Contrat sur différence sur les FT/FA	S'applique aux frais de traitement et d'affinage des minéraux extraits de mines canadiennes, couvrant l'écart entre des frais économiquement viables à l'échelle nationale et des frais de référence moins élevés offerts en Chine.



6. CONCLUSION

Si une évaluation rigoureuse du marché confirme la pertinence du projet, que les permis requis sont obtenus, que l'appui des communautés autochtones est assuré, qu'une étude démontre la disponibilité des concentrés, que l'analyse concurrentielle confirme le besoin d'une nouvelle capacité de fusion et que le gouvernement apporte le soutien nécessaire, nous recommandons ce qui suit concernant l'établissement d'une nouvelle fonderie de cuivre dans l'Ouest canadien :

- Elle doit idéalement être située sur la côte de la Colombie-Britannique, car un port côtier offre un accès facile aux projets de mines de cuivre en Colombie-Britannique et au Yukon, ainsi qu'aux marchés internationaux. Le réseau de la Colombie-Britannique repose principalement sur l'hydroélectricité, et le potentiel de l'énergie géothermique renforce encore cette option.
- Elle doit tirer parti de cet emplacement pour attirer le stock d'alimentation provenant du Pérou et du Chili, en plus de l'approvisionnement local en cuivre.
- La région d'Edmonton devrait être considérée comme une option de rechange. Les difficultés rencontrées par le cœur industriel de l'Alberta restent le coût du transport des concentrés et des produits à base de cuivre, ainsi que la forte intensité en carbone du réseau électrique. Cependant, la région bénéficie d'un bon niveau d'acceptabilité sociale, d'une infrastructure prête pour le développement de l'industrie lourde, ainsi que de systèmes d'oxygène produits localement, lesquels sont nécessaires à l'installation d'une fonderie.
- Elle doit pouvoir intégrer la ferraille en tant que stock d'alimentation secondaire, influençant ainsi le choix de la technologie de fusion. Toutefois, la nouvelle fonderie devrait se concentrer sur la fusion de concentrés au cours de ses premières années d'exploitation.

- Elle doit respecter des réglementations environnementales strictes. Une nouvelle fonderie de cuivre moderne devra atteindre des objectifs stricts, tout comme les fonderies modernisées en Allemagne, en Scandinavie et en Espagne. Le gaz de dioxyde de soufre est traité pour produire de l'acide sulfurique, un sous-produit précieux. L'arsenic est immobilisé sous forme de scories solides, et les scories de fonderie peuvent être traitées pour produire un matériau inerte utile.
- Elle doit tirer parti du sous-produit qu'est l'acide sulfurique pour soutenir certains marchés. Elle devrait également représenter une occasion d'implanter sur le même site d'autres usines de traitement des minéraux critiques, comme des installations pour la lixiviation du nickel, la séparation des terres rares, ou pour la production d'acide phosphorique. Le recyclage des piles pourrait également être pris en charge.
- Elle doit utiliser une combinaison soigneusement élaborée consistant en un portefeuille de contrats sur différence et en des accords d'enlèvement pour le cuivre et les sous-produits, ainsi qu'en des accords de commercialisation et en des frais de traitement et d'affinage spécifiques pour relier les mines à la nouvelle fonderie nationale et soutenir ses opérations.



BIBLIOGRAPHIE

- Allan, B. Catalyser la demande : les minéraux critiques et le leadership du Canada au sein du G7. L'Accélérateur de transition, 2025. <https://accelerateurde-transition.ca/news-and-insights/catalyser-la-demande-les-mineraux-critiques-et-le-leadership-du-canada-au-sein-du-g7/>.
- Allan, B.; Eaton, D. Getting Prices Right: Securing Critical Minerals Demand to Catalyze Mine Development. L'Accélérateur de transition, 2024. <https://accelerateurdetransition.ca/rapports/getting-prices-right/>.
- Coursol, P. ; Mackey, P. J. ; Diaz, C. M. Energy Consumption in Copper Sulphide Smelting. Proceedings of Copper, 2010. <https://pyrometallurgy.co.za/pjmackey/Files/2010-Coursol.pdf>
- Dhir, S.; Nishiumi, M.; Kim, T.-Y. Copper prices have hit record highs, but smelters face mounting strategic pressures — Analysis. AIE. <https://www.iea.org/commentaries/copper-prices-have-hit-record-highs-but-smelters-face-mounting-strategic-pressures>.
- Global Critical Minerals Outlook 2025. AIE, 2025. <https://www.iea.org/reports/global-critical-minerals-outlook-2025>.
- Kellogg, H. H.; Henderson, J. M. Energy Use in Sulfide Smelting of Copper. Dans *Extractive Metallurgy of Copper*; The Minerals, Metals and Materials Society: New York, 1976; vol. 1, p. 373–415.
- Lessard, J.-P. ; Brassard, D.-A. ; Kerkhoff, A. Étude d'impacts économiques du secteur de la transformation du cuivre au Québec et de la fonderie Horne ; Glencore, Aviseo Conseil, Fonderie Horne, 2019. https://www.environnement.gouv.qc.ca/ministere/consultation-fonderie-horne/documents/Enjeux%20%C3%A9conomiques/2019-12-06_GFH_Impact_economique_secteur_cuivre.pdf.
- Simon, A. C. ; Cathles, L. M.; Wood, D.; Bazilian, M. The Widening Gap between Copper Supply and Demand Will Have an Impact on Economic Development and Energy Futures. *Energy Research & Social Science* 2026, 133, 104581. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2026.104581>.
- Söderström, U. Capitals Markets Day; Boliden, 2008. <https://investors.boliden.com/sites/boliden-ir/files/files/cmd%20and%20other%20events/2008/13-copper-smelters-revenue-stream-ulf-soderstrom-president-ba-market.pdf>.
- Teck Modelling Workshop. Teck Resources Limited, 2015. <https://www.teck.com/media/Investors-Presentations-Webcasts-20151104-modeling-workshop.pdf>.
- Ung, S. Des roches à l'énergie. Stratégies pour libérer le potentiel des minéraux critiques du Canada; Battery Metals Association of Canada, L'Accélérateur de transition et Energy Futures Lab, 2025. <https://accelerateurdetransition.ca/rapports/des-roches-a-lenergie/>.
- Ung, S. Towards a Western Canadian Battery Value Chain; Battery Metals Association of Canada, L'Accélérateur de transition et Energy Futures Lab, 2025. <https://accelerateurdetransition.ca/rapports/towards-a-western-canadian-battery-value-chain/>.



The Transition
Accelerator



L'Accélérateur
de transition